

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-5184

(43) 公開日 平成11年(1999) 1月12日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

B 2 3 K 26/00

26/06

識別記号

3 2 0

F I

B 2 3 K 26/00

26/06

3 2 0 A

G

A

C

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号

特願平9-154055

(22) 出願日

平成9年(1997) 6月11日

(71) 出願人 000000974

川崎重工業株式会社

兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号

(72) 発明者 山田 猛

兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号 川崎重工業株式会社神戸工場内

(72) 発明者 犬塚 雅之

兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号 川崎重工業株式会社神戸工場内

(74) 代理人 弁理士 西教 圭一郎 (外4名)

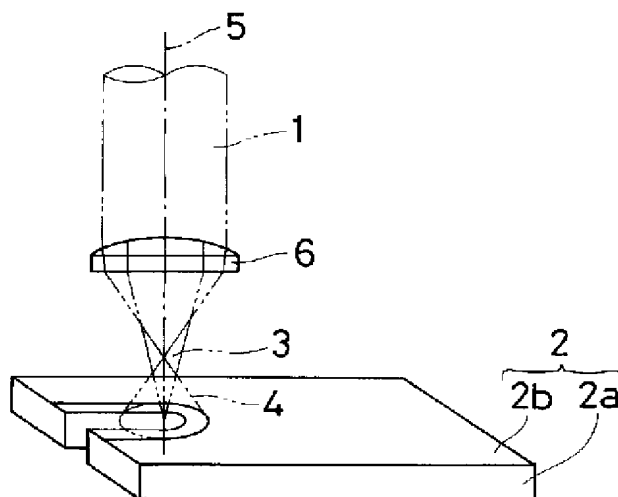
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 被覆鋼材のレーザー切断方法および装置

(57) 【要約】

【課題】 被覆鋼材の切断作業の切断時間を短縮する。

【解決手段】 ビーム状のレーザー入射光1をスポットサイズ変換手段6である複焦点集光レンズによって第1レーザー照射光3と第2レーザー照射光4とに分光する。第1レーザー照射光3の集光点は第2レーザー照射光4の被覆鋼材2の上面における照射領域内に存在し、かつ第1および第2レーザー照射光3, 4は被覆鋼材2の上面に垂直な一直線上に共通な光軸5を有する。このようにして、第2レーザー照射光4によって被覆層2bを蒸散するとともに、第1レーザー照射光3によって鋼材2aを熔融切断することができ、切断時間を短縮することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 単一本のビーム状のレーザ入射光を、鋼材の表面にその鋼材よりも融点の低い被覆材から成る被覆層が形成される被覆鋼材の上面またはその近傍の一点に集光する第1レーザ照射光と、前記被覆鋼材の上面またはその近傍よりも離れた位置で集光する第2レーザ照射光とに分光し、

第1および第2レーザ照射光を、被覆鋼材の上面に対して一定の間隔を保ち、かつ予め定める切断位置に沿って相対的に移動させながら、被覆鋼材の被覆層を第2レーザ照射光によって蒸散するとともに、鋼材を第1レーザ照射光によって熔融切断することを特徴とする被覆鋼材のレーザ切断方法。

【請求項2】 第1レーザ照射光の集光点は、第2レーザ照射光の被覆鋼材の上面における照射領域内に存在することを特徴とする請求項1記載の被覆鋼材のレーザ切断方法。

【請求項3】 第1および第2レーザ照射光は、被覆鋼材の上面に垂直な一直線上に共通な光軸を有することを特徴とする請求項2記載の被覆鋼材のレーザ切断方法。

【請求項4】 第1レーザ照射光は、その光軸が被覆鋼材の上面に垂直となるように前記被覆鋼材の上面に照射し、第2レーザ照射光は、その光軸が第1レーザ照射光の光軸に対して被覆鋼材の上面またはその近傍で交差するようにして、第1レーザ照射光から離れた位置から前記被覆鋼材の上面に照射することを特徴とする請求項2記載の被覆鋼材のレーザ切断方法。

【請求項5】 第2レーザ照射光は、少なくとも前記レーザ入射光の第1および第2レーザ照射光の分光点から集光点付近にわたってレーザヘッドによって覆われていることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の被覆鋼材のレーザ切断方法。

【請求項6】 単一本のビーム状のレーザ入射光が導かれる中空のレーザヘッド内に、前記レーザ入射光を偏向および集光して、鋼材の表面にその鋼材よりも融点の低い被覆材から成る被覆層が形成される被覆鋼材の上面またはその近傍の一点に集光する第1レーザ照射光と、前記被覆鋼材の上面またはその近傍よりも離れた位置で集光する第2レーザ照射光とを形成するスポットサイズ変換手段が設けられることを特徴とする被覆鋼材のレーザ切断装置。

【請求項7】 スポットサイズ変換手段は、レーザヘッド内にレーザ入射光の光軸と同軸に設けられ、レーザ入射光を前記第1レーザ照射光と前記第2レーザ照射光とに偏向および集光する複焦点集光レンズであることを特徴とする請求項6記載の被覆鋼材のレーザ切断装置。

【請求項8】 スポットサイズ変換手段は、レーザヘッド内にレーザ入射光の光軸と同軸に設けられ、レーザ入射光の一部を偏向して第1レーザ透過光と第2レーザ透過光とに分割する偏向レンズと、レーザヘッド内にレー

ザ入射光の光軸と同軸に設けられ、前記第1および第2レーザ透過光をそれぞれ集光して、前記第1および第2レーザ照射光を形成する集光レンズとを有することを特徴とする請求項6記載の被覆鋼材のレーザ切断装置。

【請求項9】 スポットサイズ変換手段は、レーザヘッド内にレーザ入射光の光軸に交差して設けられ、レーザ入射光を平行光のままで全反射する第1全反射ミラーと、レーザヘッド内に前記全反射ミラーによって全反射された全反射光の光軸に交差して設けられ、この全反射光を焦点距離の異なる2つの反射面によって全反射して集光し、前記第1および第2レーザ照射光を形成する第2全反射ミラーとを有することを特徴とする請求項6記載の被覆鋼材のレーザ切断装置。

【請求項10】 スポットサイズ変換手段は、レーザヘッド内にレーザ入射光の光軸に交差して設けられ、レーザ入射光の一部を反射し、かつレーザ入射光の残部を透過する部分透過ミラーを有し、部分透過ミラーを透過した部分透過光を集光して第1レーザ照射光を形成するとともに、この部分透過ミラーによって反射された部分反射光を、前記部分透過光の光軸に所定の角度を成して近接する方向に全反射して集光し、第2レーザ照射光を形成することを特徴とする請求項6記載の被覆鋼材のレーザ切断装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は、被覆鋼材のレーザ切断方法および装置に関し、さらに詳しくは、レーザ光によって被覆鋼材の被覆層を蒸散するとともに、鋼材を熔融切断する被覆鋼材のレーザ切断方法および装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】被覆鋼材をレーザ切断するときには、被覆層の厚みの変化によって切断結果が左右され、良好な切断面が得られない場合が発生するので、良好な切断面を得るためには、熔融切断工程前にグラインダ等の機械的研磨手段によって被覆層を除去する必要がある。

【0003】前記機械的研磨手段は、作業効率が悪いという問題があった。この問題を解決するために、特開平6-304773号公報に開示される先行技術では、レーザ加工機のテーブル上に切断すべき被覆鋼材を配置し、レーザ加工機の集光レンズおよび切断ノズルなどを備えるレーザ加工ヘッドの被覆鋼材表面からの高さを調整して、集光点を被覆鋼材から離間させた状態で被覆鋼材表面にレーザ光をスポットビーム状に照射することによって被覆層のみを蒸散させて、被覆鋼材表面に切断加工経路を形成する。その作業が終了した後、レーザ光の集光点を被覆鋼材表面付近に調整して、前記切断加工経路に沿って熔融切断加工を行う。したがって、被覆層の除去作業工程と熔融切断加工工程とにレーザ光が用いられ、被覆層の除去作業速度が増大して、作業効率が良く

なり、これに伴い、切断作業全体の作業時間を短縮することができ、良好な切断面が得られるという効果を奏していた。

#### 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、レーザー光を被覆鋼材の表面またはその近傍に集光して被覆鋼材を切断するにあたって、先行技術では、切断用レーザー光の照射に先立って蒸散用レーザー光をスポットビーム状に照射して被覆層を蒸散した後、次の工程で切断用レーザー光によって被覆層が除去された領域の溶融切断が行われるので、被覆層の除去工程と切断加工工程との2工程を個別に行って時間が長くなるという問題がある。

【0005】本発明の目的は、切断時間を短縮することができる被覆鋼材のレーザー切断方法および装置を提供することである。

#### 【0006】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の本発明は、単一本のビーム状のレーザー入射光を、鋼材の表面にその鋼材よりも融点の低い被覆材から成る被覆層が形成される被覆鋼材の上面またはその近傍の一点に集光する第1レーザー照射光と、前記被覆鋼材の上面またはその近傍よりも離れた位置で集光する第2レーザー照射光とに分光し、第1および第2レーザー照射光を、被覆鋼材の上面に対して一定の間隔を保ち、かつ予め定める切断位置に沿って相対的に移動させながら、被覆鋼材の被覆層を第2レーザー照射光によって蒸散するとともに、鋼材を第1レーザー照射光によって溶融切断することを特徴とする被覆鋼材のレーザー切断方法である。

【0007】本発明に従えば、単一本のビーム状のレーザー入射光を、第1レーザー照射光と第2レーザー照射光とに分光し、第1および第2レーザー照射光を被覆鋼材に対して一定の間隔を保ち、かつ予め定める切断位置に沿って相対的に移動させながら、被覆層を第2レーザー照射光によって蒸散するとともに、鋼材を第1レーザー照射光によって溶融切断するので、1つのレーザー入射光によって被覆層の蒸散工程と鋼材の溶融切断工程との2つの工程を同時に行うことができ、切断時間を短縮することができる。

【0008】請求項2記載の本発明は、請求項1記載の発明の構成において、第1レーザー照射光の集光点は、第2レーザー照射光の被覆鋼材の上面における照射領域内に存在することを特徴とする。

【0009】本発明に従えば、第1レーザー照射光の集光点は第2レーザー照射光の照射領域内に存在するので、切断方向にかかわらず常に被覆層を蒸散するとともに、鋼材を溶融切断することができる。

【0010】請求項3記載の本発明は、請求項2記載の発明の構成において、第1および第2レーザー照射光は、被覆鋼材の上面に垂直な一直線上に共通な光軸を有することを特徴とする。

【0011】本発明に従えば、第1レーザー照射光の集光点は、第2レーザー照射光の被覆鋼材の上面における照射領域内のほぼ中央部に存在し、切断方向にかかわらず常に被覆層を蒸散するとともに、鋼材を溶融切断することができるので、第2レーザー照射光のスポット外縁から第1レーザー照射光の集光点に至るまでの蒸散量をほぼ一定することができる。

【0012】請求項4記載の本発明は、請求項2記載の発明の構成において、第1レーザー照射光は、その光軸が被覆鋼材の上面に垂直となるように前記被覆鋼材の上面に照射し、第2レーザー照射光は、その光軸が第1レーザー照射光の光軸に対して被覆鋼材の上面またはその近傍で交差するようにして、第1レーザー照射光から離れた位置から前記被覆鋼材の上面に照射することを特徴とする。

【0013】本発明に従えば、第1レーザー照射光はその光軸が被覆鋼材の上面に垂直となるように前記被覆鋼材の上面に照射し、第2レーザー照射光はその光軸が第1レーザー照射光の光軸に対して被覆鋼材の上面またはその近傍で交差するようにして第1レーザー照射光から離れた位置から前記被覆鋼材の上面に照射する。第1および第2レーザー照射光は異なる導光経路を通して照射されるので、エネルギー密度の大きいレーザー入射光がエネルギー密度の小さい第1および第2レーザー照射光に分割されて、第1および第2レーザー照射光を形成する集光レンズ、凹面鏡などの光学系の発熱量を小さくすることができる。

【0014】請求項5記載の本発明は、請求項1～3のいずれかに記載の発明の構成において、第2レーザー照射光は、少なくとも前記レーザー入射光の第1および第2レーザー照射光の分光点から集光点付近にわたってレーザーヘッドによって覆われていることを特徴とする。

【0015】本発明に従えば、第2レーザー照射光は少なくとも前記レーザー入射光の第1および第2レーザー照射光の分光点から集光点付近にわたってレーザーヘッドによって覆われているので、作業者の安全を確保することができる。蒸散によって発生したガスによる第2レーザー照射光の減衰を防止することができる。

【0016】請求項6記載の本発明は、単一本のビーム状のレーザー入射光が導かれる中空のレーザーヘッド内に、前記レーザー入射光を偏向および集光して、鋼材の表面にその鋼材よりも融点の低い被覆材から成る被覆層が形成される被覆鋼材の上面またはその近傍の一点に集光する第1レーザー照射光と、前記被覆鋼材の上面またはその近傍よりも離れた位置で集光する第2レーザー照射光とを形成するスポットサイズ変換手段が設けられることを特徴とする被覆鋼材のレーザー切断装置である。

【0017】本発明に従えば、単一本のビーム状のレーザー入射光が導かれる中空のレーザーヘッド内には、レーザー入射光を偏向および集光して、第1レーザー照射光と第2レーザー照射光とを形成するスポットサイズ変換手段が設けられる。前記レーザー入射光をスポットサイズ変換手段

5

によって第1レーザ照射光と第2レーザ照射光とに分光するので、1つのレーザ入射光によって第2レーザ照射光による被覆層の蒸散工程と第1レーザ照射光による鋼材の熔融切断工程との2つの工程を同時に行うことができ、切断時間を短縮することができる。

【0018】請求項7記載の本発明は、請求項6記載の発明の構成において、スポットサイズ変換手段は、レーザヘッド内にレーザ入射光の光軸と同軸に設けられ、レーザ入射光を前記第1レーザ照射光と前記第2レーザ照射光とに偏向および集光する複焦点集光レンズであることを特徴とする。

【0019】本発明に従えば、スポットサイズ変換手段はレーザヘッド内にレーザ入射光の光軸と同軸に設けられる複焦点集光レンズである。したがって1つのレーザ入射光を1つの複焦点集光レンズによって第1および第2レーザ照射光に分光することができ、これによってレーザ入射光を偏向および集光するための部品点数が少なく済み、レーザ切断装置の構成の簡略化を図ることができる。

【0020】請求項8記載の本発明は、請求項6記載の発明の構成において、スポットサイズ変換手段は、レーザヘッド内にレーザ入射光の光軸と同軸に設けられ、レーザ入射光の一部を偏向して第1レーザ透過光と第2レーザ透過光とに分割する偏向レンズと、レーザヘッド内にレーザ入射光の光軸と同軸に設けられ、前記第1および第2レーザ透過光をそれぞれ集光して、前記第1および第2レーザ照射光を形成する集光レンズとを有することを特徴とする。

【0021】本発明に従えば、スポットサイズ変換手段はレーザヘッド内にレーザ入射光の光軸と同軸に設けられる偏向レンズと集光レンズとを有する。したがって偏向レンズと集光レンズとの間隔を変化させること、あるいは集光点位置の異なるレンズに変換することなどによって第1および第2レーザ照射光の集光点を個別に調整することができる。

【0022】請求項9記載の本発明は、請求項6記載の発明の構成において、スポットサイズ変換手段は、レーザヘッド内にレーザ入射光の光軸に交差して設けられ、レーザ入射光を平行光のままで全反射する第1全反射ミラーと、レーザヘッド内に前記全反射ミラーによって全反射された全反射光の光軸に交差して設けられ、この全反射光を焦点距離の異なる2つの反射面によって全反射して集光し、前記第1および第2レーザ照射光を形成する第2全反射ミラーとを有することを特徴とする。

【0023】本発明に従えば、スポットサイズ変換手段は、レーザヘッド内にレーザ入射光の光軸に交差して設けられる第1全反射ミラーと、レーザヘッド内に前記全反射ミラーによって全反射された全反射光の光軸に交差して設けられ、全反射光を集光して第1および第2レーザ照射光を形成する第2全反射ミラーとを有する。第1

6

および第2全反射ミラーはレーザヘッド内をレンズのように仕切ることがないので、冷却用媒体を供給する通路をも兼ねるレーザヘッド内を分断することなしに第1および第2レーザ照射光を照射することができる。

【0024】請求項10記載の本発明は、請求項6記載の発明の構成において、スポットサイズ変換手段は、レーザヘッド内にレーザ入射光の光軸に交差して設けられ、レーザ入射光の一部を反射し、かつレーザ入射光の残部を透過する部分透過ミラーを有し、部分透過ミラーを透過した部分透過光を集光して第1レーザ照射光を形成するとともに、この部分透過ミラーによって反射された部分反射光を、前記部分透過光の光軸に所定の角度を成して近接する方向に全反射して集光し、第2レーザ照射光を形成することを特徴とする。

【0025】本発明に従えば、部分透過ミラーによって前記レーザ入射光を部分透過光と部分反射光とに分光して、エネルギー密度が小さくなった部分透過光および部分反射光を平行光のままでたとえば集光レンズまたは凹面鏡で集光するようにしたので、前記部分透過光および部分反射光による集光レンズなどの集光するための手段の損傷を軽減することができるとともに、高エネルギーのレーザ光に耐久性を有する前記集光手段を用いる必要がないので、製造コストを低減することができる。

【0026】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の実施の一形態である被覆鋼材2のレーザ切断方法を示す模式図である。単一本のビーム状のレーザ入射光1を、鋼材2aの表面にその鋼材2aよりも融点の低い被覆材、たとえば亜鉛、樹脂、錫および錫鉛などのいずれかから成る被覆層2bが形成される被覆鋼材2の上面またはその近傍の一点に集光する第1レーザ照射光3と、前記被覆鋼材2の上面またはその近傍よりも離れた位置で集光する第2レーザ照射光4とに分光する。第1および第2レーザ照射光3、4を被覆鋼材2に対して一定の間隔を保ち、かつ予め定める切断位置に沿って相対的に移動させながら、被覆鋼材2の被覆層2bを第2レーザ照射光4によって蒸散するとともに、鋼材2aを第1レーザ照射光3によって熔融切断する。また、第1レーザ照射光3の集光点は、第2レーザ照射光4の被覆鋼材の上面における照射領域内に存在する。さらに、第1および第2レーザ照射光3、4は、被覆鋼材2の上面に垂直な一直線上に共通な光軸5を有する。

【0027】図2は、本発明の実施の一形態である被覆鋼材2のレーザ切断装置のレーザヘッド10の構成を示す断面図である。レーザヘッド10は、ノズル11とヘッド本体12とを含んで形成される。ヘッド本体12は、ノズル11が着脱可能に取付けられる取付筒体13と、この取付筒体13に形成された外向きフランジ14に係止して調整筒体15の雄ねじに螺合する袋ナット16と、ロックナット17、18と、調整筒体15がボル

ト19によって固定される保持筒体20とを含み、さらにこの保持筒体20は袋ナット21によって基体22に取付けられる構成となっている。この基体22のフランジは、ボルト23によってX-Yテーブルまたは産業用ロボットの手首などの取付部材24のフランジ25に着脱可能に取付けられる。

【0028】保持筒体20の収納孔26内には、保持輪27が収納される。この保持輪27は、保持筒体20の収納孔26の内周面にぴったり嵌まり込む大径筒部28と、その内周面から半径方向内方に部屋29を形成する保持部30と、その下方に形成される内向きフランジ状の受部31とを有する。受部31には、噴射孔32が形成される。受部31上には、レンズ押え環体33が支持され、その上にスポットサイズ変換手段6が置かれ、さらにスポットサイズ変換手段6の周縁部にはレンズ押え環体34が配置され、ばね35を介して、ばね置き部材36が保持輪27に螺合して図2の上下方向の位置を調整可能に設けられる。2つのレンズ押え環体33、34は、軟質合成樹脂、たとえばテフロン（商品名）などのフッ素樹脂などから成る。

【0029】前記スポットサイズ変換手段6は、レーザヘッド10内にレーザ入射光1の光軸5と同軸に設けられ、レーザ入射光1を前記第1レーザ照射光3と前記第2レーザ照射光4とに偏向および集光する複焦点集光レンズである。この複焦点集光レンズは、相互に異なる2つの曲率半径 $\rho_1$ 、 $\rho_2$ を有する集光部分6a、6bが、相互に同心に成るように一体成形されて構成されており、大きい曲率半径 $\rho_1$ の集光部分6aの外周縁部に小さい曲率半径 $\rho_2$ の集光部分6bが配置される。したがって、たとえば20mmの光束径を有するレーザ入射光1は、前記集光レンズによって、たとえば0.3〜0.4mm程度のスポット径に絞込まれ、その焦点距離は、前記集光部分6aで参照符f1で示されるようにたとえば190.5mmまたは254mmであり、前記集光部分6bで参照符f2で示されるようにf1-50mm（ただしf1=190.5mmまたは254mm）である。

【0030】たとえば、炭酸ガスレーザ源からのレーザ入射光1は、取付部材24内を通り、前記集光レンズの前記集光部分6aを透過するレーザ入射光1による第1レーザ照射光3と前記集光部分6bを透過するレーザ入射光1による第2レーザ照射光4とに分光された後、集光され、ノズル11を通り被覆鋼材2に照射され、被覆層2bの蒸散および鋼材2aの熔融切断が行われる。

【0031】前記集光部分6aを透過した第1レーザ照射光3は、距離f1の位置に集光し、前記集光部分6bを透過した第2レーザ照射光4は、距離f2の位置に集光する。第2レーザ照射光4の集光点は、第1レーザ照射光3の集光点よりもレーザ照射方向上流側に存在し、これによって第2レーザ照射光4は、被覆鋼材2の上面

にスポット照射されることになり、第1レーザ照射光3の集光点は第2レーザ照射光4の被覆鋼材2の上面における照射領域内に存在することになる。また第1および第2レーザ照射光3、4は、被覆鋼材2の上面に垂直な一直線上に共通な光軸5を有し、第1レーザ照射光3の集光点は第2レーザ照射光4の前記照射領域内のほぼ中央部に存在する。

【0032】保持筒体20の側部には接続口37が形成され、接続口37にガス供給源38から延びる管路39の接続端39aが接続され、ガス、たとえば酸素が供給され、部屋29を経て噴射孔32から前記スポットサイズ変換手段6の図2における下面に噴射され、これによって前記スポットサイズ変換手段6が冷却され、この噴射されたガスは、ヘッド本体12の前記スポットサイズ変換手段6よりも下方の空間40内に供給される。

【0033】基体22には、接続口41から冷却用気体、たとえば酸素が供給され、噴射孔42から空間43に噴射されて、前記スポットサイズ変換手段6の上表面に噴射されて前記スポットサイズ変換手段6が冷却される。

【0034】取付筒体13を袋ナット16の調整によって上下の位置を変位させ、これによってノズル11と被覆鋼材2との距離を最適に設定し、被覆鋼材2に第1レーザ照射光3の焦点が一致するように、あるいはまたガスの噴射領域が正確に設定されるように調整されることができる。またこの調整は距離センサなどを用いて自動化してもよい。

【0035】図3は、図2の切断面線I I I-I I Iから見た水平断面図である。取付筒体13の底46には、雌ねじ47が刻設され、ここにノズル11の上端部に刻設された雄ねじ48が着脱可能に螺着される。この底46には、冷却水通路49が形成され、この接続口50から供給される冷却水は、もう1つの接続口51から排出され、底46が冷却され、したがってノズル11が冷却されることになる。

【0036】図4は、図2の切断面線I V-I Vから見た水平断面図である。保持筒体20にもまた冷却水通路56が形成され、一方の接続口57からの冷却水は、冷却水通路56を通して保持筒体20を冷却し、他方の接続口58から排出される。

【0037】図5は、本発明の実施の一形態である被覆鋼材2のレーザ切断装置に供給されるガスの供給経路を示す系統図である。レーザヘッド10内には、ガス供給源38から、管路39に介在される開閉弁61を開放して、管路39の接続端39aを接続口37に接続して、ガスを供給することができる。

【0038】単一本の光束状のレーザ入射光1を第1レーザ照射光3と第2レーザ照射光4とに分光し、第1および第2レーザ照射光3、4を被覆鋼材2に対して一定の間隔を保ち、かつ予め定める切断位置に沿って相対

的に移動させながら被覆層2bを第2レーザ照射光4によって蒸散するとともに、鋼材2aを第1レーザ照射光3によって熔融切断するので、1つのレーザ入射光1によって被覆層2bの蒸散工程と鋼材2aの切断工程との2つの工程を同時に行うことができ、切断時間を短縮することができる。

【0039】また、第1レーザ照射光3の集光点は第2レーザ照射光4の照射領域内に存在するので、切断方向にかかわらず、常に被覆層2bを蒸散するとともに、鋼材2aを熔融切断することができる。

【0040】さらに、第2レーザ照射光4は、少なくとも前記レーザ入射光1の第1および第2レーザ照射光3、4の分光点から集光点付近にわたってレーザヘッド10によって覆われているので、作業者の安全を確保することができるとともに、蒸散によって発生したガスによる第2レーザ照射光4の減衰を防止することができる。

【0041】第1レーザ照射光3の集光点は第2レーザ照射光4の被覆鋼材2の上面における照射領域内のほぼ中央部に存在し、切断方向にかかわらず、常に被覆層2bを蒸散するとともに、鋼材2aを熔融切断することができるので、第2レーザ照射光4のスポット外縁から第1レーザ照射光3の集光点に至るまでの蒸散量をほぼ一定にすることができる。

【0042】さらに、単一本のビーム状のレーザ入射光1が導かれる中空のレーザヘッド10内には、レーザ入射光1を偏向および集光して、第1レーザ照射光3と第2レーザ照射光4とを形成するスポットサイズ変換手段6が設けられ、そのスポットサイズ変換手段6は、レーザヘッド10内にレーザ入射光1の光軸5と同軸に設けられる複焦点集光レンズであるので、1つのレーザ入射光1を1つの複焦点集光レンズによって第1および第2レーザ照射光3、4に分光することができ、これによってレーザ入射光1を偏向および集光するための部品点数が少なく済み、レーザヘッド10の構成の簡略化を図ることができる。

【0043】図6は、本発明の実施の他の形態である被覆鋼材2のレーザ切断装置のレーザヘッド65の構成を示す断面図である。本実施形態において、前述の実施形態の構成に対応する部分には同一の参照符を付し、説明を省略する。保持筒体66は、その下端部が前記取付筒体13に挿入された状態で取付けられる。保持輪67は、保持筒体66の収納孔26の内周面にぴったり嵌まり込む大径筒部68と、その内周面から半径方向内方に部屋69を形成する保持部70と、その下方に形成される下向きフランジ状の受部71とを有する。受部71には、噴射孔72が形成される。保持輪67内には、スポットサイズ変換手段73が設けられる。

【0044】スポットサイズ変換手段73は、レーザヘッド65内にレーザ入射光1の光軸5と同軸に設けら

れ、レーザ入射光1の一部を偏向して第1レーザ透過光74と第2レーザ透過光75とに分割する偏向レンズである部分的凸レンズ76と、レーザヘッド65内にレーザ入射光1の光軸5と同軸に設けられ、前記第1および第2透過光74、75をそれぞれ集光して、第1および第2レーザ照射光3、4を形成する集光レンズ77とを有する。

【0045】部分的凸レンズ76は、曲率半径 $\rho 3$ を有する集光部分76aと、平坦部分76bとが相互に同心となるように一体成形されて構成されており、集光部分76aの外周縁部に平坦部76bが配置される。集光レンズ77は、曲率半径 $\rho 4$ を有する集光部分から成る。

【0046】前記受部71上には、ばね78を介してレンズ押え環体79が支持され、その上に集光レンズ77が置かれる。さらに集光レンズ77の周縁部には、レンズ押え筒体80の下端面が支持される。レンズ押え筒体80の上端面には、部分的凸レンズ76が支持される。部分的凸レンズ76の周縁部にはレンズ押え環体81が置かれ、ばね82を介して、ばね置き部材83が保持輪67に螺合して図6の上下の位置を調整可能に設けられる。

【0047】単一本のビーム状のレーザ入射光1は、取付部材24内を通り、前記集光部分76aを透過するレーザ入射光1は集光する方向に偏向され、第1レーザ透過光74を形成し、前記平坦部分76bを透過するレーザ入射光1は偏向されことなく透過し、第2レーザ透過光75を形成する。第1レーザ透過光74は、集光レンズ77によってさらに集光され、第1レーザ照射光3を形成する。第2レーザ透過光75は、集光レンズ77によって集光され、第2レーザ照射光4を形成する。第1および第2レーザ照射光3、4はノズル11を通り、被覆鋼材2の上面またはその近傍に一点およびスポット照射されて被覆層2bの蒸散および鋼材2aの熔融切断が行われる。

【0048】部分的凸レンズ76の集光部分76aおよび集光レンズ77を透過して形成された第1レーザ照射光3は、距離 $f 1$ の位置に集光し、部分的凸レンズ76の平坦部分76bおよび集光レンズ77を透過して形成された第2レーザ照射光4は、距離 $f 3$ 、たとえば $f 1 + 50 \text{ mm}$ （ただし $f 1 = 190.5 \text{ mm}$ または $254 \text{ mm}$ ）の位置に集光する。第2レーザ照射光4の集光点は、第1レーザ照射光3の集光点よりもレーザ照射方向下流側に存在し、これによって第2レーザ照射光4は被覆鋼材2の上面にスポット照射されることになり、第1レーザ照射光3の集光点は第2レーザ照射光4の被覆鋼材2の上面における照射領域内に存在することになる。また第1および第2レーザ照射光3、4は、被覆鋼材2の上面に垂直な一直線上に共通な光軸5を有し、第1レーザ照射光3の集光点は第2レーザ照射光4の前記照射領域内のほぼ中央部に存在する。

11

【0049】各接続口37, 41からレーザヘッド65内に供給されるガスは、噴射孔72, 42から集光レンズ77の下面および部分的凸レンズ76の上面に噴射されて各レンズ76, 77を冷却する。

【0050】このように、スポットサイズ変換手段73はレーザヘッド65内にレーザ入射光1の光軸5と同軸に設けられる部分的凸レンズ76と集光レンズ77とを有するので、部分的凸レンズ76と集光レンズ77との間隔を変化させること、あるいは集光点位置の異なるレンズに交換することなどによって第1および第2レーザ照射光3, 4の集光点を個別に調整することができる。

【0051】図7は、本発明の実施のさらに他の形態である被覆鋼材2のレーザ切断装置のレーザヘッド90の構成を示す断面図である。本実施形態において、前述の実施形態の構成に対応する部分には同一の参照符を付し、説明を省略する。スポットサイズ変換手段91は、レーザヘッド90内にレーザ入射光1の光軸5と同軸に設けられ、レーザ入射光1の一部を偏向して第1レーザ透過光92と第2レーザ透過光93とに分割する偏向レンズである部分的凹レンズ94と、レーザヘッド90内にレーザ入射光1の光軸5と同軸に設けられ、前記第1および第2レーザ透過光92, 93をそれぞれ集光して、第1および第2レーザ照射光3, 4を形成する集光レンズ95とを有する。

【0052】部分的凹レンズ94は、平坦部分94aと曲率半径 $\rho$ 5を有する偏向部分94bとが相互に同心となるように一体成形されて構成されており、平坦部分94aの外周縁部に偏向部分94bが配置される。集光レンズ95は曲率半径 $\rho$ 6を有する集光部分から成る。

【0053】前記受部71上には、ばね78を介してレンズ押え環体79が支持され、その上に集光レンズ95が置かれる。さらに集光レンズ95の周縁部には、レンズ押え筒体80の下端面が支持される。レンズ押え筒体80の上端面には、部分的凹レンズ94が支持される。部分的凹レンズ94の周縁部にはレンズ押え環体81が置かれ、ばね82を介して、ばね置き部材83が保持輪67に螺合して図7の上下の位置を調整可能に設けられる。

【0054】単一本のビーム状のレーザ入射光1は、取付部材24内を通り、前記平坦部分94aを透過するレーザ入射光1は偏向されることなく透過し、第1レーザ透過光92を形成する。前記偏向部分94bを透過するレーザ入射光1は、前記光軸5に平行な照射方向に向かって拡開する方向に偏向されて、第2レーザ透過光93を形成する。第1および第2レーザ透過光92, 93は、前記集光レンズ95によって集光されて第1および第2レーザ照射光3, 4を形成する。第1および第2レーザ照射光3, 4はノズル11を通り、被覆鋼材2の上面またはその近傍に1点およびスポット照射されて被覆層2bの蒸散および鋼材2aの熔融切断が行われる。

12

【0055】部分的凹レンズ94の平坦部分94aおよび集光レンズ95を透過して形成された第1レーザ照射光3は、距離 $f$ 1の位置に集光し、部分的凹レンズ94の偏向部分94bおよび集光レンズ95を透過して形成された第2レーザ照射光4は、距離 $f$ 4、たとえば $f$ 1+50mm（ただし $f$ 1=190.5mmまたは254mm）の位置に集光する。第2レーザ照射光4の集光点は、第1レーザ照射光3の集光点よりもレーザ照射方向下流側に存在し、これによって第2レーザ照射光4は被覆鋼材2の上面にスポット照射されることになり、第1レーザ照射光3の集光点は第2レーザ照射光4の被覆鋼材2の上面における照射領域内に存在することになる。また第1および第2レーザ照射光3, 4は、被覆鋼材2の上面に垂直な一直線上に共通な光軸5を有し、第1レーザ照射光3の集光点は第2レーザ照射光4の前記照射領域内のほぼ中央部に存在する。

【0056】各接続口37, 41からレーザヘッド90内に供給されるガスは、噴射孔72, 42から集光レンズ95の下面および部分的凹レンズ94の上面に噴射されて各レンズ94, 95を冷却する。

【0057】スポットサイズ変換手段91はレーザヘッド90内にレーザ入射光1の光軸5と同軸に設けられる部分的凹レンズ94と集光レンズ95とを有する。このようにしても部分的凹レンズ94と集光レンズ95との間隔を変化させること、あるいは集光点位置の異なるレンズに交換することなどによって第1および第2レーザ照射光3, 4の集光点を個別に調整することができる。

【0058】図8は、本発明の実施のさらに他の形態である被覆鋼材2のレーザ切断装置のレーザヘッド100の構成を示す断面図である。本実施形態において、前述の実施形態の構成に対応する部分には同一の参照符を付し、説明を省略する。レーザヘッド100は、ノズル11とヘッド本体101とを含んで構成される。ヘッド本体101は、取付筒体102と保持筒体103と第1基体104と第2基体105とを含んで形成される。ノズル11は取付筒体102の下端部に螺着され、取付筒体102の上端部は保持筒体103の下端部に螺着される。

【0059】第1基体104は、大略的に筒状に形成され、その軸線方向一端部に外向きフランジ106を有する。第1基体104の周壁には、貫通孔107が設けられ、この貫通孔107の中心軸線と同軸に前記保持筒体103の上端部が第1基体104の周壁に取付けられる。また第1基体104の軸線方向一端部寄りには嵌合凹所108が形成される。第2基体105は、大略的に筒状に形成され、その中心軸線にたとえば45°の角度で交差する仮想平面によって切そがれて形成され、その仮想平面の法線方向に平行な軸線を有する貫通孔109が形成される。第2基体105の周壁には、貫通孔110が設けられ、この貫通孔110の中心軸線と同軸に前

## 13

記第1基体104の外向きフランジ106が第2基体105の周壁に取付けられる。第2基体105の軸線方向一端部には取付部材24が取付けられる。

【0060】前記貫通孔109には、レーザ入射光1の光軸5にたとえば45°の角度で交差して設けられ、レーザ入射光1を平行光のままで全反射する第1全反射ミラー111を支持する第1全反射ミラー支持部材112が装着される。前記嵌合凹所108には、レーザヘッド100内に前記全反射ミラー111によって全反射された全反射光113を全透過する全透過鏡114を保持する全透過鏡保持部材115が嵌め込まれる。前記第1基体104の軸線方向他端部には、前記全反射光113の光軸116にたとえば45°の角度で交差して設けられ、この全反射光113を焦点距離の異なる2つの反射面117a、117bによって全反射して集光し、前記第1および第2レーザ照射光3、4を形成する第2全反射ミラー118を第1基体104内に挿入された状態で支持する第2全反射ミラー支持部材119が取付けられる。ここでスポットサイズ変換手段は、前記第1全反射ミラー111と前記第2全反射ミラー118とを有する。また、反射面117a、117bは、それぞれ異なる曲率半径 $\rho 7$ 、 $\rho 8$ を有し、第2全反射ミラー118は大きな曲率半径 $\rho 7$ を有する反射面117aと小さな曲率半径 $\rho 8$ を有する反射面117bとが相互に同心となるように一体成形されて構成されており、反射面117aの外周縁部に反射面117bが配置される。

【0061】第1全反射ミラー111は、第1全反射ミラー保持筒体121の内向きフランジ121aに係止され、底板120によって保持される。第1全反射ミラー保持筒体121は、支持筒体123に嵌まり込んで支持される。支持筒体123の外向きフランジ122には、外向きフランジ122の一直径線上に2つの透孔124a、124bが形成され、一方の透孔124aには、ばね126が嵌まり込む嵌合凹所125が形成されて、第1全反射ミラー支持部材112が構成される。各透孔124a、124bを臨む第2基体105には、それぞれねじ孔127a、127bが形成される。ねじ128は、ばね126を介して透孔124aを挿通し、ねじ孔127aに挿入されて第2基体105に螺着される。また、調整ねじ129は、透孔124bを挿通し、ねじ孔127bに挿入されて第2基体105に螺着される。このようにして第1全反射ミラー支持部材112が第2基体105に取付けられる。

【0062】全透過鏡114は、全透過鏡保持筒体132の軸線方向一端部に形成される内向きフランジ131に係止され、全透過鏡押え環体133によって保持される。全透過鏡保持筒体132は、前記嵌合凹所108に嵌まり込み、全透過鏡保持筒体132の軸線方向他端部に形成される嵌合凹所130には、小径筒体135が嵌まり込み、小径筒体135の外向きフランジ134は全

## 14

透過鏡保持筒体132の軸線方向他端部に係止されて、全透過鏡保持部材115が構成される。

【0063】第2全反射ミラー118と第2全反射ミラー支持部材119とは、ボルト136によって螺着される。

【0064】単一本のビーム状のレーザ入射光1は、取付部材24内を通り、第1全反射ミラー111によって平行光のままで全反射される。第1全反射ミラー111によって全反射された全反射光113は、全透過鏡114を透過した後、第2全反射ミラー118の焦点距離がそれぞれ $f 1$ および $f 2$ である2つの反射面117a、117bによって全反射されて集光され、反射面117aによって第1レーザ照射光3が形成され、反射面117bによって第2レーザ照射光4が形成される。

【0065】したがって第2レーザ照射光3は被覆鋼材2の上面またはその近傍に一点に集光されて照射され、第2レーザ照射光4の集光点は第1レーザ照射光3の集光点よりも照射方向上流側に存在し、これによって第2レーザ照射光4は被覆鋼材2の上面にスポット照射されることになり、第1レーザ照射光3の集光点は第2レーザ照射光4の被覆鋼材2の上面における照射領域内に存在することになる。また第1および第2レーザ照射光3、4は、被覆鋼材2の上面に垂直な一直線上に共通な光軸5を有し、第1レーザ照射光3の集光点は第2レーザ照射光4の前記照射領域内のほぼ中央部に存在する。

【0066】第1全反射ミラー支持部材112の底板120には、冷却水通路138とこの冷却水通路138に連なる接続口139が形成される。第2全反射ミラー支持部材119には、冷却水通路140とこの冷却水通路140に連なる接続口141が形成される。各接続口139、141には、管路144の接続端142、143がそれぞれ接続される。この管路144に冷却水を注入して各冷却水通路138、140に通して、第1および第2全反射ミラー111、118を冷却する。

【0067】ガス供給源38から供給されるガスは管路139を通して保持筒体103内に供給され、ノズル11を冷却して噴射される。

【0068】スポットサイズ変換手段は、レーザヘッド100内にレーザ入射光1の光軸5に交差して設けられ、レーザ入射光1を平行光のままで全反射する第1全反射ミラー111と、レーザヘッド100内に前記全反射ミラー111によって全反射された全反射光113の光軸116に交差して設けられ、この全反射光113を焦点距離の異なる2つの反射面117a、117bによって全反射して集光し、前記第1および第2レーザ照射光3、4を形成する第2全反射ミラー118とを有する。第1および第2全反射ミラー111、118はレーザヘッド100内をレンズのように仕切ることがないので、冷却用媒体であるガスを供給する通路をも兼ねるレーザヘッド100内を分断することなしに第1および第



15

2レーザ照射光3, 4を照射することができる。

【0069】図9は、本発明の実施の他の形態である被覆鋼材2のレーザ切断方法を示す模式図である。本実施の形態において、前述の実施形態の構成に対応する部分には同一の参照符を付し、説明を省略する。レーザ入射光1をスポットサイズ変換手段150によって第1レーザ照射光3と第2レーザ照射光4とに分光する。第1レーザ照射光3は、その光軸151が被覆鋼材2の上面に垂直となるように前記被覆鋼材2の上面に照射し、第2レーザ照射光4は、その光軸152が第1レーザ照射光3の光軸151に対して被覆鋼材2の上面またはその近傍で交差するようにして第1レーザ照射光3から離れた位置から前記被覆鋼材2の上面に照射する。

【0070】図10は、本発明の実施のさらに他の形態である被覆鋼材2のレーザ切断装置のレーザヘッド155の構成を示す断面図である。本実施形態において、前述の実施形態の構成に対応する部分には同一の参照符を付し、説明を省略する。レーザヘッド155は、ノズル11とヘッド本体156とを含んで形成される。ヘッド本体156は、ノズル11が着脱可能に保持されるノズル保持筒体157と、このノズル保持筒体157が着脱可能に取付けられる取付筒体158と、その取付筒体158に形成された外向きフランジ159に係止して調整筒体160に刻設される雄ねじに螺合する袋ナット161と、ロックナット162と、調整筒体163に形成された外向きフランジ163に係止して、外向きフランジ163および保持筒体164に刻設される雄ねじに螺合する袋ナット165とを含み、さらにこの保持筒体164は第1基体166に、取付けられる構成となっている。

【0071】第1基体166には、第2基体167がボルト168, 169によって固定され、第2基体167の側面には、第3基体170が固定され、第3基体170の側面には、レンズ支持筒体171がその中心軸線がノズル11の中心軸線に交差する方向にたとえば30°の角度で傾斜して固定される。第1〜第3基体166, 167, 170はそれぞれ筒状に形成され、その内部空間によって導光路が形成される。

【0072】取付筒体158には、ガス供給源172に接続される管路173が接続口174に接続される。第2基体167には、取付部材24が取付けられる。スポットサイズ変換手段150は、レーザヘッド155内にレーザ入射光1の光軸5に、たとえば45°の角度で交差して設けられ、レーザ入射光1の一部を反射し、かつレーザ入射光1の残部を透過する部分透過ミラー180と、この部分透過ミラー180を透過した部分透過光181の光軸208と同軸に設けられ、部分透過光181を集光して第1レーザ照射光3を形成する曲率半径 $\rho_9$ を有する第1集光レンズ182と、部分透過ミラー180によって反射された部分反射光183の光軸184

16

に、たとえば60°の角度で交差し、部分反射光183を平行光のままで前記部分透過光181の光軸208に所定の角度、たとえば30°を成して近接する方向に全反射させる全反射ミラー185と、全反射された部分反射光183aの光軸184aと同軸に設けられ、全反射された部分反射光183aを集光して、第2レーザ照射光4を形成する曲率半径 $\rho_{10}$ を有する第2集光レンズ186とを有する。ここで部分透過光181の光軸208と第1レーザ照射光3の光軸151とは、被覆鋼材2の上面に垂直な一直線上に存在する。

【0073】部分透過ミラー180は、部分透過ミラー保持筒体187の内向きフランジ188に係止され、部分透過ミラー押え環体189によって保持される。部分透過ミラー保持筒体187は、支持筒体190に嵌まり込んで支持され、第2基体167にボルト191, 192によって固定される。

【0074】第1集光レンズ182は、第1集光レンズ保持筒体193の内向きフランジ194に係止され、レンズ押え環体195によって保持される。第1集光レンズ保持筒体193は、その外周部に刻設される雄ねじと調整筒体160の内周部に刻設される雌ねじとが螺合し、かつレンズ保持筒体193の外向きフランジ196が調整筒体160の受け面160aに係止されて調整筒体160に固定される。

【0075】全反射ミラー185は、全反射ミラー保持筒体197の内向きフランジ198に係止され、底板199を介して底板押え環体200によって保持される。全反射ミラー保持筒体197は、第3基体170との間にカラー201, 202を介在させてボルト203, 204によって第3基体170に固定される。

【0076】第2集光レンズ186は、第2集光レンズ保持筒体205の内向きフランジ206に係止され、レンズ押え環体207によって保持される。第2集光レンズ保持筒体205は、その外周部に刻設される雄ねじと、レンズ支持筒体171の内周部に刻設される雌ねじとが螺合し、第2集光レンズ186の集光点位置を調整可能に支持される。

【0077】単一本のビーム状のレーザ入射光1は、取付部材24内を通り、部分透過ミラー180に入射して平行光のままで部分透過光181と部分反射光183とに分光される。部分透過光181は第1集光レンズ182によって距離 $f_5$ 、たとえば190.5mmまたは254mmの位置に集光され、第1レーザ照射光3が形成される。部分反射光183は、全反射ミラー185に入射して平行光のままで全反射する。全反射された部分反射光183aは、第2集光レンズ186によって焦点距離 $f_6$ 、たとえば $f_5=190.5\text{mm}$ のとき、225mmまたは $f_5=254\text{mm}$ のとき、300mmの位置に集光され、第2レーザ照射光4が形成される。第2レーザ照射光4は、被覆鋼材2の上面にスポット照射さ

れ、第1レーザ光3の集光点は、第2レーザ照射光4の被覆鋼材2の上面における照射領域内に存在する。

【0078】このように、第1レーザ照射光3はその光軸151が被覆鋼材2の上面に垂直となるように被覆鋼材2の上面に照射し、第2レーザ照射光4はその光軸152が第1レーザ照射光3の光軸151に対して、被覆鋼材2の上面またはその近傍で交差するようにして第1レーザ照射光3から離れた位置から前記被覆鋼材2の上面に照射する。第1および第2レーザ照射光3, 4は異なる導光経路を通過して照射されるので、エネルギー密度の大きいレーザ入射光1がエネルギー密度の小さい第1および第2レーザ照射光3, 4に分割されて、第1および第2レーザ照射光3, 4を形成する第1および第2集光レンズ182, 186の発熱量を小さくすることができる。

【0079】また、部分透過ミラー180によって前記レーザ入射光1を部分透過光181と部分反射光183とに分光して、エネルギー密度の小さくなった部分透過光181および部分反射光183を平行光のままで、第1集光レンズ182、全反射ミラー185および第2集光レンズ186で集光するようにしたので、前記部分透過光181および部分反射光183による第1および第2集光レンズ182, 186などの集光するための手段の損傷を軽減することができるとともに、高エネルギーのレーザ光に耐久性を有する前記集光手段を用いる必要がないので、製造コストを低減することができる。

【0080】図11は、本発明の実施のさらに他の形態である被覆鋼材2のレーザ切断装置のレーザヘッド210の構成を示す断面図である。本実施形態において、前述の実施形態の構成に対応する部分には同一の参照符を付し、説明を省略する。スポットサイズ変換手段は、前記部分透過ミラー180と、前記第1集光レンズ182と、前記部分反射光183の光軸184にたとえば60°の角度で交差し、前記部分反射光183を前記部分透過光181の光軸208に所定の角度、たとえば30°を成して近接する方向に全反射させ、かつ集光して第2レーザ照射光4を形成する曲率半径 $\rho$ 11を有する凹面鏡211とを有する。

【0081】凹面鏡211は、凹面鏡保持筒体212の内向きフランジ213に係止され、底板214を介して底板押え環体215によって保持される。凹面鏡保持筒体212は、第3基体170との間にカラー201, 202を介在させてボルト203, 204によって第3基体170に固定される。ここで凹面鏡211の焦点距離 $f$ 7は、たとえば $f$ 5=190.5mmのとき、370mmまたは $f$ 5=254mmのとき495mmである。

【0082】このように構成しても、部分透過ミラー180によって前記レーザ入射光1を部分透過光181と部分反射光183とに分光して、エネルギー密度の小さくなった部分透過光181および部分反射光183を平行

光のままで、第1集光レンズ182および凹面鏡211で集光するようにしたので、前記部分透過光181および部分反射光183による第1集光レンズ182および凹面鏡211などの集光するための手段の損傷を軽減することができるとともに、高エネルギーのレーザ光に耐久性を有する前記集光手段を用いる必要がないので、製造コストを低減することができる。

【0083】図12は、本発明の実施のさらに他の形態である被覆鋼材2のレーザ切断方法を示す模式図である。本実施形態において、前述の実施形態の構成に対応する部分には同一の参照符を付し、説明を省略する。レーザ入射光1をスポットサイズ変換手段220によって第1レーザ照射光3と第2レーザ照射光4とに分光する。第1レーザ照射光3はその光軸221が被覆鋼材2の上面に垂直となるように前記被覆鋼材2の上面に照射する。第2レーザ照射光4はその光軸222が前記光軸221に対して切断方向A1下流側に間隔をあけて平行となるように被覆鋼材2の上面に照射する。ここで、スポットサイズ変換手段220はたとえば部分透過ミラー180と、第1集光レンズ182と、部分反射光183の光軸184にたとえば45°の角度で交差して設けられ、部分反射光183を平行光のままで全反射させる全反射ミラー223と、全反射ミラー223によって全反射された全反射光224の光軸25に同軸に設けられる第2集光レンズ226とを有して形成される。

【0084】このように構成しても、1つのレーザ入射光1によって被覆層2bの蒸散工程と鋼材2aの切断工程との2つの工程を同時に行うことができ、切断時間を短縮することができる。

【0085】

【発明の効果】請求項1記載の本発明によれば、単一本のビーム状のレーザ入射光を、第1レーザ照射光と第2レーザ照射光とに分光し、第1および第2レーザ照射光を被覆鋼材に対して一定の間隔を保ち、かつ予め定める切断位置に沿って相対的に移動させながら、被覆層を第2レーザ照射光によって蒸散するとともに、鋼材を第1レーザ照射光によって溶融切断するので、1つのレーザ入射光によって被覆層の蒸散工程と鋼材の溶融切断工程との2つの工程を同時に行うことができ、切断時間を短縮することができる。

【0086】請求項2記載の本発明によれば、第1レーザ照射光の集光点は第2レーザ照射光の被覆鋼材の上面における照射領域内に存在するので、切断方向にかかわらず常に被覆層を蒸散するとともに、鋼材を溶融切断することができる。

【0087】請求項3記載の本発明によれば、第1レーザ照射光の集光点は、第2レーザ照射光の被覆鋼材の上面における照射領域内のほぼ中央部に存在し、切断方向にかかわらず常に被覆層を蒸散するとともに、鋼材を溶融切断することができるので、第2レーザ照射光のスポ

ット外縁から第1レーザ照射光の集光点に至るまでの蒸散量をほぼ一定することができる。

【0088】請求項4記載によれば、第1および第2レーザ照射光は異なる導光経路を通して照射されるので、エネルギー密度の大きいレーザ入射光がエネルギー密度の小さい第1および第2レーザ照射光に分割されて、第1および第2レーザ照射光を形成する集光レンズ、凹面鏡などの光学系の発熱量を小さくすることができる。

【0089】請求項5記載の本発明によれば、第2レーザ照射光は少なくとも前記レーザ入射光の第1および第2レーザ照射光の分光点から集光点付近にわたってレーザヘッドによって覆われているので、作業者の安全を確保することができるとともに、蒸散によって発生したガスによる第2レーザ照射光の減衰を防止することができる。

【0090】請求項6記載の本発明によれば、単一本のビーム状のレーザ入射光が導かれる中空のレーザヘッド内には、レーザ入射光を偏向および集光して、第1レーザ照射光と第2レーザ照射光とを形成するスポットサイズ変換手段が設けられる。前記レーザ入射光をスポットサイズ変換手段によって第1レーザ照射光と第2レーザ照射光とに分光するので、1つのレーザ入射光によって第2レーザ照射光による被覆層の蒸散工程と第1レーザ照射光による鋼材の熔融切断工程との2つの工程を同時に行うことができ、切断時間を短縮することができる。

【0091】請求項7記載の本発明によれば、スポットサイズ変換手段はレーザヘッド内にレーザ入射光の光軸と同軸に設けられる複焦点集光レンズである。したがって1つのレーザ入射光を1つの複焦点集光レンズによって第1および第2レーザ照射光に分光することができ、これによってレーザ入射光を偏向および集光するための部品点数が少なくすみ、レーザ切断装置の構成の簡略化を図ることができる。

【0092】請求項8記載の本発明によれば、スポットサイズ変換手段はレーザヘッド内にレーザ入射光の光軸と同軸に設けられる偏向レンズと集光レンズとを有する。したがって偏向レンズと集光レンズとの間隔を変化させること、あるいは集光点位置の異なるレンズに変換することなどによって第1および第2レーザ照射光の集光点を個別に調整することができる。

【0093】請求項9記載の本発明によれば、第1および第2全反射ミラーはレーザヘッド内をレンズのように仕切ることがないので、冷却用媒体を供給する通路をも兼ねるレーザヘッド内を分断することなしに第1および第2レーザ照射光を照射することができる。

【0094】請求項10記載の本発明によれば、部分透過ミラーによって前記レーザ入射光を部分透過光と部分反射光とに分光して、エネルギー密度が小さくなった部分透過光および部分反射光を平行光のままたとえば集光レンズまたは凹面鏡で集光するようにしたので、前記部

分透過光および部分反射光による集光レンズなどの集光するための手段の損傷を軽減することができるとともに、高エネルギーのレーザ光に耐久性を有する前記集光手段を用いる必要がないので、製造コストを低減することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の一形態である被覆鋼材2のレーザ切断方法を示す模式図である。

【図2】本発明の実施の一形態である被覆鋼材2のレーザ切断装置のレーザヘッド10の構成を示す断面図である。

【図3】図2の切断面線ⅠⅠⅠ-ⅠⅠⅠから見た水平断面図である。

【図4】図2の切断面線ⅠⅤ-ⅠⅤから見た水平断面図である。

【図5】本発明の実施の一形態である被覆鋼材2のレーザ切断装置に供給されるガスの供給経路を示す系統図である。

【図6】本発明の実施の他の形態である被覆鋼材2のレーザ切断装置のレーザヘッド65の構成を示す断面図である。

【図7】本発明の実施のさらに他の形態である被覆鋼材2のレーザ切断装置のレーザヘッド90の構成を示す断面図である。

【図8】本発明の実施のさらに他の形態である被覆鋼材2のレーザ切断装置のレーザヘッド100の構成を示す断面図である。

【図9】本発明の実施の他の形態である被覆鋼材2のレーザ切断方法を示す模式図である。

【図10】本発明の実施のさらに他の形態である被覆鋼材2のレーザ切断装置のレーザヘッド155の構成を示す断面図である。

【図11】本発明の実施のさらに他の形態である被覆鋼材2のレーザ切断装置のレーザヘッド210の構成を示す断面図である。

【図12】本発明の実施のさらに他の形態である被覆鋼材2のレーザ切断方法を示す模式図である。

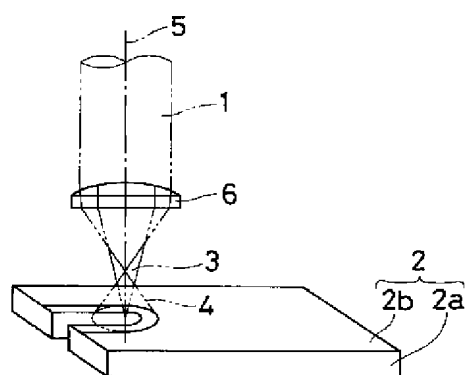
#### 【符号の説明】

- 1 レーザ入射光
- 2 被覆鋼材
- 2a 鋼材
- 2b 被覆層
- 3 第1レーザ照射光
- 4 第2レーザ照射光
- 5 レーザ入射光の光軸
- 6, 73, 91, 150, 220 スポットサイズ変換手段
- 10, 65, 90, 100, 155, 210 レーザヘッド
- 74, 92 第1レーザ透過光

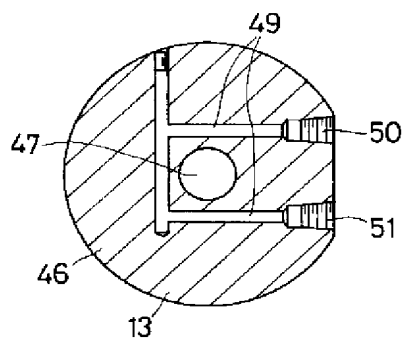
21

75, 93 第2レーザ透過光  
 76 部分的凸レンズ  
 77, 95 集光レンズ  
 94 部分的凹レンズ  
 111 第1全反射ミラー  
 113 全反射光  
 116 全反射光の光軸  
 117a, 117b 反射面

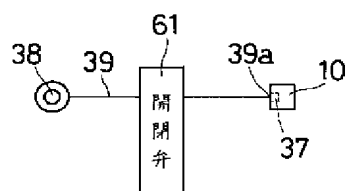
【図1】



【図3】



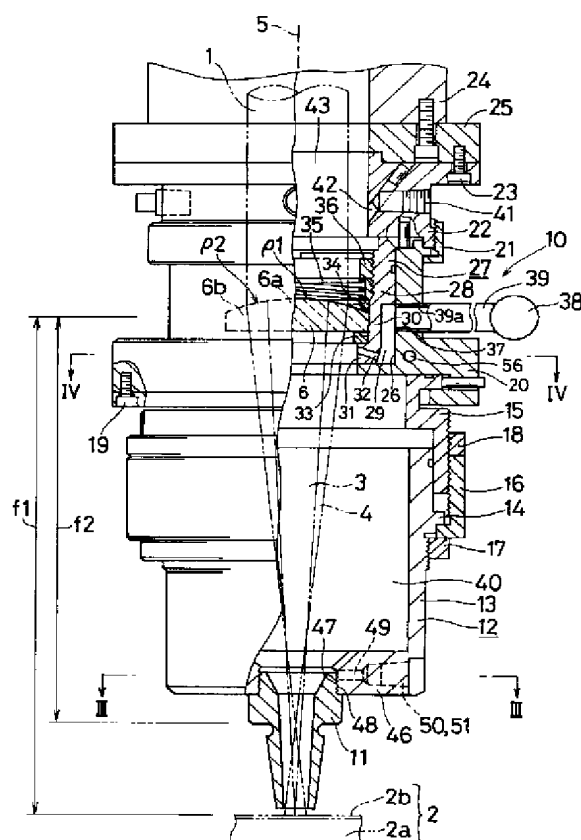
【図5】



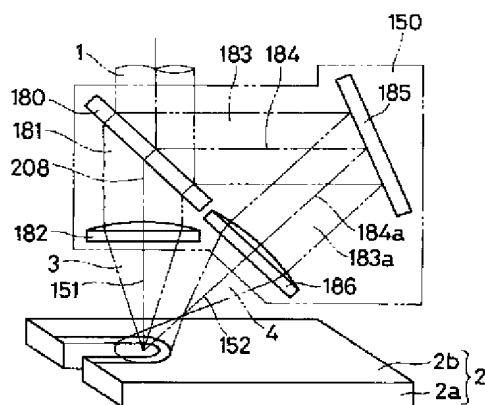
22

118 第2全反射ミラー  
 151, 221 第1レーザ照射光の光軸  
 152, 222 第2レーザ照射光の光軸  
 180 部分透過ミラー  
 181 部分透過光  
 183 部分反射光  
 208 部分透過光の光軸

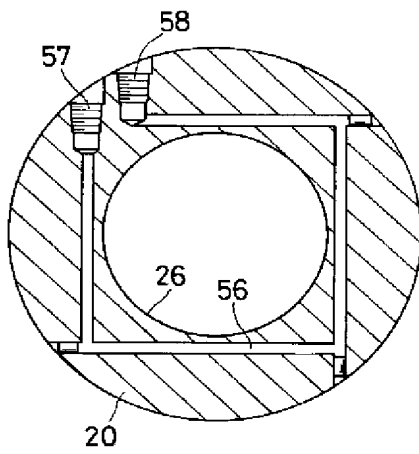
【図2】



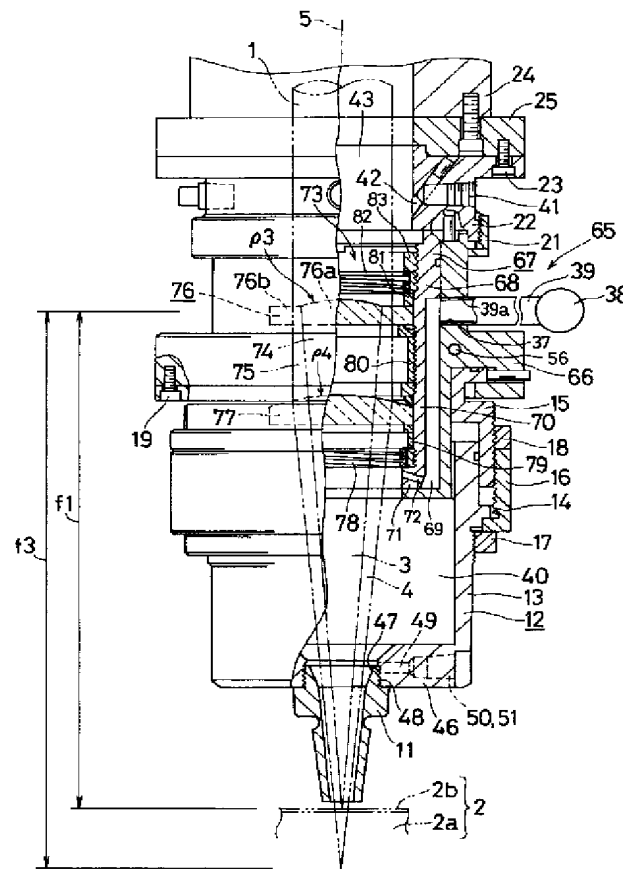
【図9】



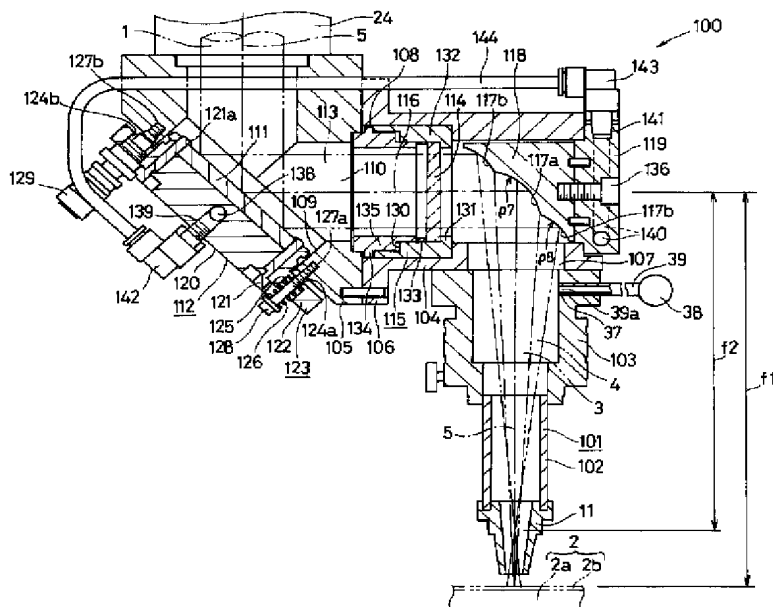
【図4】



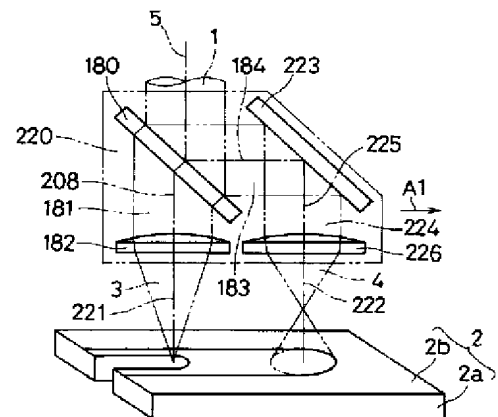
【図6】



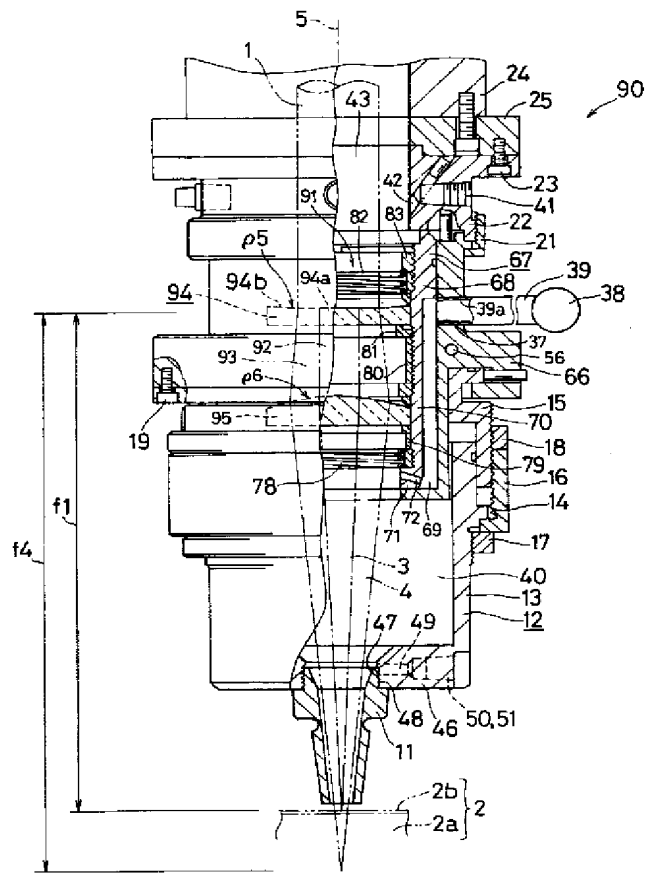
【図8】



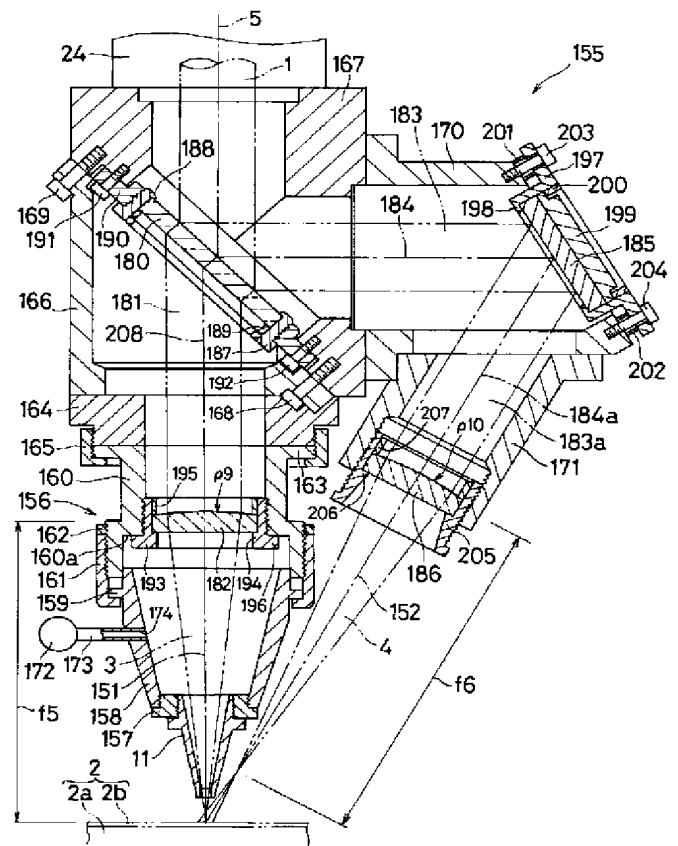
【図12】



【図7】



【図10】





**PAT-NO:** JP411005184A  
**DOCUMENT-IDENTIFIER:** JP 11005184 A  
**TITLE:** METHOD AND DEVICE FOR LASER CUTTING COATED STEEL  
**PUBN-DATE:** January 12, 1999

**INVENTOR-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
YAMADA, TAKESHI	
INUZUKA, MASAYUKI	
HASE, HIROSHI	
NISHIO, MAMORU	

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
KAWASAKI HEAVY IND LTD	N/A

**APPL-NO:** JP09154055  
**APPL-DATE:** June 11, 1997

**INT-CL (IPC):** B23K026/00 , B23K026/00 , B23K026/06

**ABSTRACT:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To reduce a cutting time in a cutting process of coated steels.

**SOLUTION:** A laser incident ray 1 with a beam form is divided into the first laser irradiating ray 3 and the second laser irradiating ray 4 by the multi-focus condenser which acts as a spot size changing means 6. The condensing point of the first laser irradiating ray 3 is placed in the irradiation range of the second laser irradiating ray 4 on the upper face of a coated steel 2, and the first and second laser irradiating rays 3 and 4 hold a common optical axis 5 in line vertically with the upper face of the coated steel 2. In this way, a coated layer 2b is evapotranspired by the second laser irradiating ray 4, and a steel 2a is fusion cut by the first laser irradiating ray 3, resulting in the reduction of the cutting time.

**COPYRIGHT:** (C)1999,JPO